

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-132519

(43)Date of publication of application : 09.05.2003

(51)Int.Cl.

G11B 5/712

B22F 1/02

C08G 77/12

G11B 5/02

G11B 5/706

G11B 5/714

(21)Application number : 2001-327125

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.10.2001

(72)Inventor : TSUCHIYA HIROKO

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM FORMED BY MAGNETIC NANOPARTICLES AND RECORDING METHOD USING THE SAME**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium which consists of magnetic nanoparticles more excellent in the abrasion resistance than a magnetic recording medium formed by the conventional magnetic nanoparticles and which has good magnetic characteristics and a magnetic information recording method for these media.

SOLUTION: In the magnetic recording medium having a magnetic recording film formed by disposing on a substrate the magnetic nanoparticles covered by an organic compound or an inorganic compound with regularity, the magnetic recording medium is used, which is characterized in that the magnetic nanoparticles include at least elements of Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt, and Pd and the compound covering the magnetic nanoparticles includes a residual silanol group and an Si-O bond.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-132519

(P2003-132519A)

(43) 公開日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 1 1 B 5/712		G 1 1 B 5/712	4 J 0 3 5
B 2 2 F 1/02		B 2 2 F 1/02	C 4 K 0 1 8
C 0 8 G 77/12		C 0 8 G 77/12	5 D 0 0 6
G 1 1 B 5/02		G 1 1 B 5/02	S 5 D 0 9 1
5/706		5/706	
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-327125 (P2001-327125)

(22) 出願日 平成13年10月25日 (2001. 10. 25)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 土屋 裕子

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性ナノ粒子で形成された磁気記録媒体およびそれを用いた記録方法

(57) 【要約】

【課題】従来の磁性ナノ粒子で形成された磁気記録媒体よりも、耐磨耗性に優れ、良好な磁気特性を示す磁性ナノ粒子からなる磁気記録媒体ならびにこれらの媒体に情報を磁気記録する方法を提供する。

【解決手段】有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、前記磁性ナノ粒子が少なくともFe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt, Pdの元素を含み、かつ前記磁性ナノ粒子を覆う化合物が残留シラノール基ならびにSi-O結合を含むことを特徴とする磁気記録媒体を用いる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、前記磁性ナノ粒子が少なくとも Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt, Pd の元素を含み、かつ前記磁性ナノ粒子を覆う化合物が残留シラノール基並びに Si-O 結合を含むことを特徴とする磁気記録媒体。

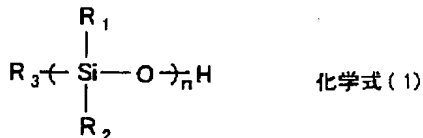
【請求項 2】有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、前記磁性ナノ粒子が少なくとも Fe, Co, Ni, Mn, Sm, Pt, Pd の元素を含み、かつ前記磁性ナノ粒子の形状が紡錘形に代表されるような長軸と短軸を有する形状であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 3】請求項 2 記載の磁性ナノ粒子を覆う化合物が残留シラノール基ならびに Si-O 結合を含むことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 4】請求項 1 または請求項 3 記載の磁気記録媒体において、磁性ナノ粒子の直径または磁性ナノ粒子の長軸の長さが、3 nm 以上 20 nm 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

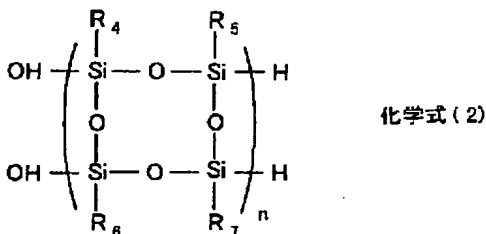
【請求項 5】請求項 1 または請求項 3 記載の磁気記録媒体において、磁性ナノ粒子を覆う化合物の前記残留シラノール基ならびに Si-O 結合として、化学式 1 または化学式 2 で示される化合物を使用したことを特徴とする磁気記録媒体。

【化 1】



(式中、R1, R2, R3 はカルボン酸、ホスホン酸、ホスフィン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどの官能基であり、R1, R2, R3 は同一でも異なってもよく、n は正の整数)

【化 2】



(式中、R4, R5, R6, R7 はカルボン酸、ホスホン酸、ホスフィン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどの官能基であり、R4, R5, R6, R7 は同一でも異なってもよく、n は正の整数)

【請求項 6】請求項 2 記載の磁気記録媒体において、磁

気記録膜を構成する磁性ナノ粒子の長軸が磁化容易軸であり、かつ媒体の膜厚方向に略平行となるように配置されたことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 7】請求項 6 記載の磁気記録媒体において、膜厚方向に平行な軸と粒子の長軸とがなす角度が 5 度以内である磁性ナノ粒子数が、磁気記録膜を構成する全磁性ナノ粒子数の 90% 以上であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 8】請求項 1 から 7 のいずれか記載の磁気記録媒体において、磁気記録膜が磁性ナノ粒子の単層からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 9】請求項 1 から 8 のいずれか記載の磁気記録媒体を用いて、媒体上の 1 記録ビットに含まれる磁性ナノ粒子数が 2 個以上となるように情報を記録することを特徴とする記録方法。

【請求項 10】請求項 1 から 8 のいずれか記載の磁気記録媒体を用いて、媒体上の 1 記録ビットに含まれる磁性ナノ粒子数が 1 個となるように情報を記録することを特徴とする記録方法。

【請求項 11】請求項 1 から 8 のいずれか記載の磁気記録媒体を用いて、垂直磁気記録方式により情報を記録することを特徴とする記録方法。

【請求項 12】請求項 1 から 8 のいずれか記載の磁気記録媒体を用いて、熱または光磁気記録方式により情報を記録することを特徴とする記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置等に用いられる磁気記録媒体または熱ないし光磁気記録媒体、およびこれらの磁気記録媒体に対する記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録装置の大容量化に伴い、磁気記録媒体の記録密度の向上が進められている。磁気記録媒体上の記録ビットを高密度に記録するためには、媒体ノイズを低減させることが必須となる。このためには磁気記録膜上の磁化反転単位を小さくすることが必要である。この目的のためには、磁気記録膜を構成する磁性結晶粒のサイズを微細化することが有効であることがわかっている。しかし、磁性結晶粒をあまり微細化すると、磁気記録膜上の磁化状態が熱的に不安定となる熱減磁現象が生じることが知られている。熱減磁現象の低減には、磁性結晶粒のサイズ分布を均一にすることが重要となる。つまり、高記録密度磁気記録用の媒体には、磁性結晶粒の微細化と粒径分散度の低下の両立が必要となる。

【0003】従来の磁気記録媒体は、円形のガラスまたはアルミ基板上にシード膜、下地膜、記録層となる磁性膜、保護膜などを順にスパッタ蒸着することにより形成されている。スパッタ蒸着法では磁性膜を構成する磁性

結晶粒の粒径分散が大きくなる。製膜条件を制御することにより、粒径分散ならびに平均粒径は制御可能である。スパッタ蒸着法においては、製膜条件をコントロールすることにより磁性結晶粒のサイズを微細化することが可能である。しかし、粒径分散度の制御は難しく、一般的に約20%程度といわれている。

【0004】上記のような磁性結晶粒の微細化ならびに粒径分散度の狭少化の問題を解決するための方法のひとつが特開2000-48340号公報に開示されている。また、この発明に関連する文献として、サイエンス (Science) 287巻1989~1992頁 (2000年3月17日発行) が挙げられる。これらの従来技術では、記録層を構成する磁性ナノ粒子を従来のスパッタ蒸着法ではなく、化学的な合成によって作成している。上記文献では、将来的な高記録密度に対応可能な潜在ポテンシャルを持つとされるFePt合金 (一軸異方性定数: $K_u \sim 7 \times 10^6 \text{ J/m}^3$) を、有機溶媒中で鉄ペンタカルボニル化合物 ($\text{Fe}(\text{CO})_5$) と白金アセチルアセトン化合物 ($\text{Pt}(\text{acac})_2$) の反応により合成している。上記公報ならびに文献によれば、上述のような化学的合成手法を用いることによって、3nm以上10nm以下の任意の直径を持ち、かつ粒径分散度が5%から10%の範囲である磁性ナノ粒子を選択的に作成できるとしている。

【0005】図1は被覆膜に覆われた磁性ナノ粒子を示した模式図である。上記の公報ならびに文献に記載された化学的合成方法で作成された磁性ナノ粒子は、図1中の1で示されるような磁性金属元素単独または磁性金属元素を少なくとも1種類含む合金からなるコアと、2で示されるようなコアを取り囲む被覆からなる。被覆2によって、磁性ナノ粒子と基板表面ならびに磁性ナノ粒子間の接着が良好となり、磁性ナノ粒子からなる単層または多層膜を形成した際に磁性ナノ粒子の規則的な配列を安定に作成することができるとしている。

【0006】また、図2に磁性ナノ粒子からなる単層膜を示した。図2(a)では基板3の上にコア1が被覆2で覆われた磁性ナノ粒子の単層膜4が形成されている。

【0007】上記のような役割に加えて、被覆2は磁性ナノ粒子のコロイド溶液の保存安定化に大きな役割を果たしていると考えられる。また、膜を形成したときに磁性ナノ粒子間に被覆が存在することにより、任意の粒子とそれに隣接する粒子との間での磁気的交換相互作用が低減されていると考えられる。これは、磁性結晶粒界にCr偏析層を持つCoCrPt、CoCrTaなどのスパッタ蒸着媒体と類似する効果と考えられる。

【0008】被覆2に用いる化合物の代表例として、上記公報では式R-Xで表される長鎖有機化合物を含む有機材料を挙げている。このとき、Rは炭素原子数が6から22個である直鎖または分岐状のヒドロカーボン鎖またはフルオロカーボン鎖から選択されたもの、Xはカ

ルボン酸、ホスホン酸、ホスフィン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどから選択されるのが望ましいとしている。具体的にはオレイン酸が被覆として望ましいと言及している。

【0009】また、上記文献では、磁性ナノ粒子からなる記録層を形成したのちに約560℃の高温熱処理を施すと、図2(b)に示したように、オレイン酸などの有機材料からなる被覆は蒸発することなく、5のように炭化した状態となり、磁性ナノ粒子の周囲に残ると述べている。このように磁性ナノ粒子間に炭化した有機物が存在することにより、引き続き粒子間の磁気的交換相互作用が低減されていると考えられる。また、この熱処理によってFePt磁性ナノ粒子は、化学的に合成された当初の結晶構造fccから規則化構造L10に変化すると述べている。FePtの場合、fcc構造では磁性は発現せず、規則化構造になると強磁性を示す。なお製膜後の熱処理では特に磁場は印加されていない。従って、磁性ナノ粒子の磁化容易軸は様々な方向に配向していると考えられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】特開2000-48340号公報に記載の技術では、磁性ナノ粒子の被覆は有機材料を主とするものであるため、製膜後の高温熱処理によって炭化する。その結果、磁性ナノ粒子は硬度の低いグラファイト構造をとる炭素層のなかに存在することになる。このため、磁性層の上に耐磨耗性被覆を形成しても、現行のスパッタ蒸着媒体と比較した場合、摩擦に弱く磨耗しやすい。

【0011】また、特開2000-48340に記載の技術では、記録層を構成する磁性ナノ粒子の磁化容易軸が媒体面内方向あるいは媒体膜厚方向といった特定の方向に配向されることが難しいため、現行の面内記録用あるいは垂直記録用媒体と比較して、磁気記録膜の磁気特性が悪くなる。

【0012】従って本発明の目的は、耐磨耗性に優れ、良好な磁気特性を示す磁性ナノ粒子からなる磁気記録媒体ならびにこれらの媒体に情報を磁気記録する方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的は、有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、前記磁性ナノ粒子が少なくともFe、Co、Ni、Mn、Sm、Pt、Pdの元素を含み、かつ前記磁性ナノ粒子を覆う化合物が残留シラノール基ならびにSi-O結合を含むことを特徴とする磁気記録媒体を用いることにより達成可能である。

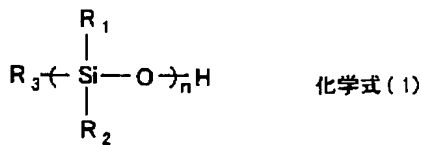
【0014】上述の磁性ナノ粒子は、少なくともFe、Co、Ni、Mn、Sm、Pt、Pdなどの磁性金属元

素を含むことが可能である。また、これらの元素の金属間化合物、2元合金、3元合金を組成とする磁性ナノ粒子も可能である。将来の高記録密度化に備えて、一軸異方性定数 (K_u) が大きい $FePt$ 、あるいは $FePt$ に第3元素を加えた3元合金を組成として持つ磁性ナノ粒子が望ましい。第3元素としては Cu の使用が可能である。

【0015】前述の残留シラノール基ならびに $Si-O$ 結合を含む化合物として、化学式1で示される化合物を使用することが可能である。

【0016】

【化3】

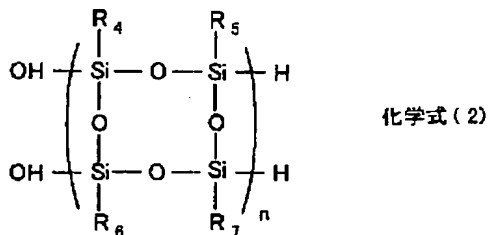


(式中、 R_1 , R_2 , R_3 はカルボン酸、ホスホン酸、ホスフィン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどの官能基であり、 R_1 , R_2 , R_3 は同一でも異なってもよく、 n は正の整数)

また、残留シラノール基ならびに $Si-O$ 結合を含む化合物として、化学式2で示される化合物を使用することも可能である。

【0017】

【化4】



(式中、 R_4 , R_5 , R_6 , R_7 はカルボン酸、ホスホン酸、ホスフィン酸、スルホン酸、スルフィン酸、チオールなどの官能基であり、 R_4 , R_5 , R_6 , R_7 は同一でも異なってもよく、 n は正の整数)

上記のように、残留シラノール基ならびに $Si-O$ 結合を含む化合物を磁性ナノ粒子の被覆材料として用いた場合、基板上に磁性ナノ粒子を規則的に配位して形成された記録層を熱処理した際に被覆はガラス化する。ガラス化した被覆の硬度は SiO_2 を主成分とするガラスの硬度に近くなるため、耐磨耗性を向上させることが可能となる。

【0018】また、本発明では、有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、前記磁性ナノ粒子が少なくとも Fe , Co , Ni , Mn , Sm , Pt , Pd の元素を含み、かつ前記磁性ナノ粒子の形状が紡錘形に代表さ

れるような長軸と短軸を有する形状であることを特徴とする磁気記録媒体を用いることによって、良好な磁気特性を示す磁性ナノ粒子からなる磁気記録媒体を得ることが可能である。

【0019】図3に例として紡錘状の磁性ナノ粒子の構造を示す。図3において6は金属コア、2は被覆を示す。紡錘状の粒子形状の場合、図3に示されるように、長軸7の長さは短軸8の長さの1.5倍から5倍程度が望ましい。また、磁性ナノ粒子の形状は紡錘形に限らず、円柱、正方柱、六方柱、正四面体、六方四面体などが可能である。このように、球形ではなく長軸を持つ形状の磁性ナノ粒子を用いることによって形状異方性が誘起され、粒子の磁化容易軸9を長軸方向に誘導しやすくなる。また、長軸を持つ磁性ナノ粒子の被覆として、上述の化学式1ならびに化学式2で表されるような残留シラノール基ならびに $Si-O$ 結合を含む化合物を使用することが可能である。

【0020】残留シラノール基ならびに $Si-O$ 結合を含む化合物を被覆とする磁性ナノ粒子の形状が球形であった場合、その直径は3nm以上20nm以下であることが望ましい。磁性ナノ粒子の形状が球形ではなく、長軸、短軸を持つ構造であったときは、長軸の長さが3nm以上20nm以下となることが望ましい。

【0021】磁性ナノ粒子の形状が紡錘形に代表されるような長軸と短軸を有する形状であり、形状異方性によって磁化容易軸が長軸方向に誘起された場合、製膜時に媒体膜厚方向に磁場を印加することによって、図4に示すように、磁性ナノ粒子の長軸7を媒体膜厚方向10に配向させ、垂直磁気異方性を誘起し、良好な磁気特性を持つ垂直磁化膜を得ることができる。このとき印加する磁場の強度は1T以上であることが望ましい。このとき、磁場印加強度ならびに時間を調節することで、膜厚方向に平行な軸と粒子の長軸とがなす角度が5度以内である磁性ナノ粒子数が、磁気記録膜を構成する全磁性ナノ粒子数の90%以上となる垂直磁化膜を得ることが可能となる。このような垂直磁化膜は良好な磁気特性を示すことができる。

【0022】本発明の磁気記録媒体における記録膜は、磁性ナノ粒子の単層膜または多層膜から構成することが可能である。記録膜は、磁性ナノ粒子のコロイド溶液の回転塗布によって形成することができる。このとき、磁性ナノ粒子を被覆する化合物の分子量ならびに分子構造を選択し、コロイド溶液の濃度を調節することで、最充填され、実質的に規則的な配列を持つ磁性ナノ粒子からなる記録膜を形成することができる。また、記録膜の形成方法として、ラングミュア・ブロッジェット (Langmuir-Blodgett) 法を用いることも可能である。これら以外の膜形成方法の使用も可能である。

【0023】上述のようにして形成した磁性ナノ粒子からなる磁気記録媒体に記録ビットを形成する際、媒体上

の1記録ビットに含まれる磁性ナノ粒子数が2個以上となるように情報を記録することが可能である。このとき、球状磁性ナノ粒子の直径が記録ビット長の約0.5倍とすることが望ましい。粒子の形状が球状でない場合、短軸の長さが記録ビット長の約0.5倍となるようにすることが望ましい。これら以外のサイズを持つ粒子を用いることも可能である。また、媒体上の1記録ビットに含まれる磁性ナノ粒子数が1個となるように情報を記録することも可能である。

【0024】上述の良好な垂直磁気異方性を示す磁性ナノ粒子媒体に情報を記録する際、記録ヘッドからの漏洩磁界の主成分が媒体膜厚方向と平行である垂直磁気記録方式を用いることが可能である。また、媒体上の記録領域だけに熱または光を照射しながら磁気記録を行う熱ないし光磁気記録方式を用いることも可能である。

【0025】

【発明の実施の形態】次に、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

（実施例1）粒径分散度が10%以下であり、直径が3から20nmの範囲にある球状の磁性ナノ粒子を化学的に合成する。このとき、磁性ナノ粒子は、有機材料からなる被覆で囲まれた磁性金属元素をコアとし、ヘキサソル媒中にコロイドとして分散している。

【0026】次に、有機材料からなる被覆を、残留シラノール基並びにSi-O結合を含む化合物に置き換える。まず、前記化学式2で表される化合物を溶媒の1-ブタノールに溶解し、約2mmol/リットルの溶液を得た。この溶液を、磁性ナノ粒子のコロイド溶液に、適量滴下することにより、被覆が化学式2で表される化合物である磁性ナノ粒子を得ることができた。

（実施例2）実施例1において使用した化合物の代わりに、化学式1で示される化合物を溶媒の1-ブタノールに溶解し、約2mmol/リットルの溶液を得た。この溶液を、磁性ナノ粒子のコロイド溶液に、適量滴下することにより、被覆が化学式1で表される化合物である磁性ナノ粒子を得ることができた。

【0027】次に、ガラス基板上にスパッタ蒸着によって製膜された軟磁性膜のうえに、上記磁性ナノ粒子の溶液を滴下し、回転塗布した後、80℃で5分間プリベークすることにより、磁性ナノ粒子の単層膜を得た。

（実施例3）実施例1で使用した球状磁性ナノ粒子の代わりに短軸の長さが4nm、長軸の長さが8nmである紡錘状磁性ナノ粒子を用いた。この紡錘状磁性ナノ粒子を覆う有機材料からなる被覆を、実施例2で使用した化合物で置換したコロイド溶液を作製し、ガラス基板上にスパッタ蒸着によって製膜された軟磁性膜のうえに滴下して回転塗布した。この塗布膜に対し、膜厚方向に強さ1Tの磁場を印加した。その後、80℃で5分間プリベ

ークして塗布溶媒を蒸発させた。次に、媒体膜厚方向に5Tの磁場を印加しながら560℃で1時間熱処理を行った。その結果、長軸が膜厚方向に配向し、その分散度が10%以下であり、被覆がガラス化した紡錘状磁性ナノ粒子の単層膜を得ることができた。

（実施例4）実施例3で作製した磁性ナノ粒子媒体に対し、試料振動型磁力計を用いて評価した。その結果、垂直保持力800kA/m(10000Oe)、保持力角型比 S^* は0.8、残留磁化200emu/ccの良好な磁気特性を示す磁化曲線が得られた。

（実施例5）実施例3で作製した磁性ナノ粒子媒体と、記録ヘッドとして垂直磁気記録用薄膜単磁極ヘッドを用い再生ヘッドとしてGMR素子を用いた記録再生分離型ヘッドを組合せ、出力を調べた。その結果、記録密度が100kfc iのときpeak to peakで約1mVの出力を得ることができた。また耐摩耗性は、従来のスパッタ蒸着媒体と同様のレベルであることがわかった。記録密度を1400kfc iとしたとき、1記録ビットの長さは約16nmとなった。紡錘形磁性ナノ粒子の長軸が媒体膜厚方向に配向していると考え、1記録ビット中、媒体進行方向には紡錘形磁性ナノ粒子が2個入っている換算になることが判明した。

（実施例6）実施例5で用いた垂直磁気記録方式の代わりに、記録用に光で記録領域だけを加熱する光アシスト磁気記録ヘッドを用い、再生ヘッドとしてGMR素子を用いて、記録再生実験を行った。その結果、記録密度が100kfc iのときpeak to peakで約1mVの出力を得ることができた。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、有機化合物あるいは無機化合物によって覆われた磁性ナノ粒子を基板上に規則性を持って配置することにより形成した磁気記録膜を有する磁気記録媒体において、従来の磁性ナノ粒子からなる媒体よりも耐摩耗性に優れ、良好な磁気特性を示す磁性ナノ粒子からなる磁気記録媒体を作成し、これらの媒体に情報を磁気記録することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】被覆に覆われた磁性ナノ粒子を示した断面図。

【図2】基板上に被覆を持つ磁性ナノ粒子で形成された単層膜を示した断面図。

【図3】被覆に覆われた紡錘状の磁性ナノ粒子を示した断面図。

【図4】基板上に被覆を持つ紡錘状の磁性ナノ粒子で形成された単層膜を示した断面図。

【符号の説明】

1…コア、2…被覆、3…基板、4…単層膜、5…炭化した被覆、6…紡錘状磁性ナノ粒子コア、7…長軸、8…短軸、9…磁化容易軸、10…媒体膜厚方向。

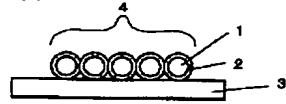
【図1】

図1



【図2】

図2(a)

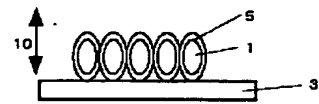


(b)



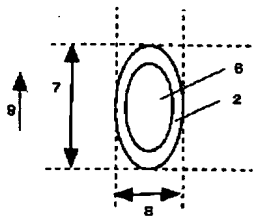
【図4】

図4



【図3】

図3



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 1 1 B 5/714

識別記号

F I

G 1 1 B 5/714

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 4J035 BA02 BA03 CA02U CA04U
CA09U CA26U CA27U EA01
LA05 LB20
4K018 BB01 BB04 BC30 BD02
5D006 BA02 BA04 BA05 BA07 BA08
DA08
5D091 CC17 HH20